



REGIONE SICILIANA - PRESIDENZA

DIPARTIMENTO DELLA PROTEZIONE CIVILE



MICROZONAZIONE SISMICA DEL VERSANTE ORIENTALE DELL'ETNA STUDI DI PRIMO LIVELLO

A cura di Raffaele Azzaro, Caterina F. Carocci, Michele Maugeri, Antonio Torrisi

REGIONE SICILIANA - PRESIDENZA
DIPARTIMENTO DELLA PROTEZIONE CIVILE

MICROZONAZIONE SISMICA DEL VERSANTE ORIENTALE DELL'ETNA. STUDI DI PRIMO LIVELLO

LE NOVE MUSE
EDITRICE

μ
LE NOVE MUSE EDITRICE

SISMICITÀ ED EFFETTI DEI TERREMOTI NEL VERSANTE ORIENTALE DELL'ETNA

Raffaele Azzaro

4.1 Introduzione

Scopo del presente lavoro è fornire un quadro di riferimento sui caratteri della sismicità nella regione etnea. Gli aspetti che concorrono a definire le problematiche oggetto degli studi di microzonazione sismica ex O.P.C.M. 3278/2003, sono molteplici e per certi versi complessi. Basti ricordare che tale territorio è soggetto sia agli effetti dei grandi terremoti regionali, fortunatamente rari, che a quelli frequentissimi degli eventi “locali” di tipo superficiale, come pure alle fenomenologie di fagliazione superficiale e *creep* asismico che producono danni paragonabili a quelli prodotti dallo scuotimenti sismico. A questo si aggiunga la grande variabilità del substrato fondazionale, estremamente eterogeneo dal punto di vista litologico – dalle argille sovraconsolidate, alle lave massive, alle scorie (la cosiddetta “rifusa”), ai riporti antropici – e con forti variazioni laterali che giocano un ruolo rilevante nell’ambito delle problematiche di ingegneria sismica.

La pericolosità sismica di quest’area, e conseguentemente i rischi derivanti, riassume in definitiva tutto lo spettro di problemi che, in altri contesti geologici, si ritrovano solitamente disgiunti. Giungere ad una soluzione di sintesi nell’ambito di un aspetto applicativo quale la microzonazione sismica, non è semplice, in quanto mancano procedure *standard* di riferimento che possono essere applicate all’Etna.

I risultati di seguito presentati, a supporto degli strumenti operativi finalizzati alla microzonazione, sono una sintesi di quanto pubblicato nell’ultimo decennio su tali tematiche, cui si rimanda per specifici approfondimenti di interesse degli operatori.

4.2 Caratteristiche della sismicità: eventi regionali e sorgenti locali

La regione etnea è esposta agli effetti di danneggiamento sia di terremoti tettonici regionali che di quelli “vulcano-tettonici” locali. I primi comprendono i forti eventi crostali, di magnitudo massima $M \approx 7.4$, quali quelli del 1169 e 1693 localizzati nel settore sud-orientale ibleo, o quello del 1908 con epicentro nello Stretto di Messina (Gruppo di lavoro CPTI, 2004), solo per citare i principali (Figura 1). Queste

scosse hanno prodotto grandi devastazioni nell'area che comprende Catania e tutto il settore orientale dell'Etna, mentre i versanti occidentale e settentrionale del vulcano sono stati relativamente meno danneggiati. Sebbene la frequenza di accadimento di questi terremoti sia bassa, essi influiscono molto nei calcoli

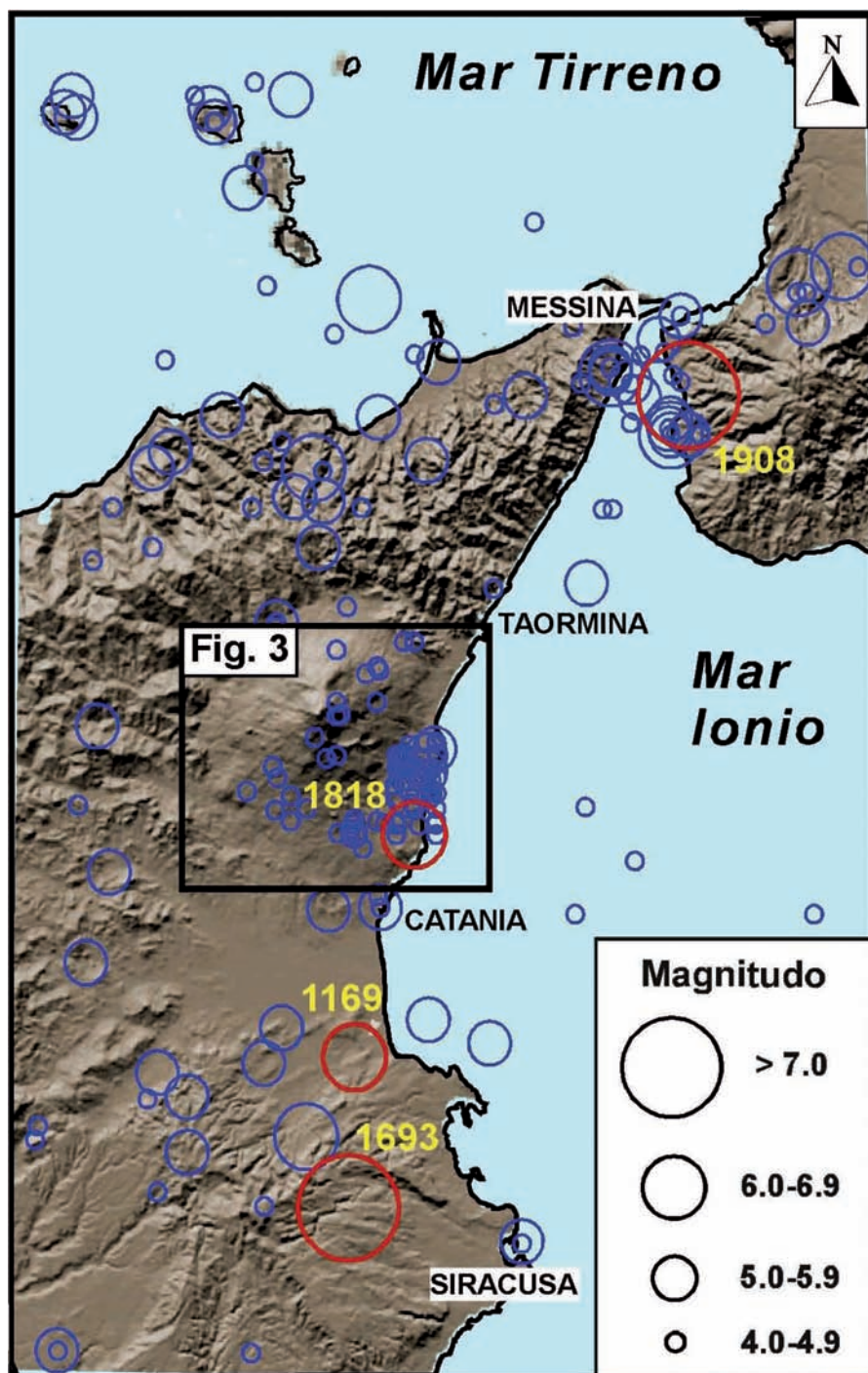


Figura 1. Distribuzione della sismicità in Sicilia orientale dal 1000 al 2004 (dati da Gruppo di lavoro CPTI, 2004). La grandezza del cerchio è proporzionale alla magnitudo del terremoto. Il riquadro indica il dettaglio di Figura 3; gli eventi rappresentati in rosso sono i terremoti regionali che influenzano maggiormente la pericolosità sismica nell'area etnea.

di pericolosità sismica fatti a scala del territorio nazionale (Gruppo di lavoro MPS, 2004).

D'altro canto i terremoti etnei, anche se di basso livello energetico rispetto agli eventi regionali – la magnitudo non supera il valore 4.9 – possono causare danneggiamenti anche molto gravi e perfino distruzioni, con intensità epicentrali (I_0) che raggiungono il X grado della Scala Macrosismica Europea 1998 (EMS-98, Grünthal, 1998). Fortunatamente, a causa delle piccole profondità ipocentrali delle sorgenti ($H \leq 3$ km) e della forte attenuazione dell'energia sismica in pochi chilometri di distanza dall'epicentro (Azzaro et al., 2006a), gli effetti maggiori si concentrano in zone ristrette (2-5 km di lunghezza per 1-2 km di larghezza) localizzate a cavallo della faglia che ha generato il terremoto stesso (Azzaro, 2004). L'unica eccezione nota è data dal terremoto del 1818, di magnitudo $M = 6.2$, che mostra i caratteri tipici degli eventi crostali regionali quali un'area di danneggiamento/risentimento molto ampia, deformazioni permanenti lungo alcune zone di faglia, frane, fenomeni di liquefazione del suolo ed onde di maremoto (Boschi e Guidoboni, 2001). Tuttavia, è l'elevata frequenza di accadimento degli eventi sismici locali, unitamente ai fenomeni geodinamici associati (vedi par. 4.3), che pone problematiche particolari nella valutazione del rischio a scala locale. In poco meno di 200 anni nella regione etnea si sono verificati ben 190 terremoti che hanno provocato danni, cioè in media quasi uno ogni anno, causando gravi danni ($I_0 = \text{VII-VIII EMS-98}$) ogni 15 anni e distruzioni ($I_0 = \text{IX-X EMS-98}$) con perdite di vite umane ogni 30 anni (Figura 2).

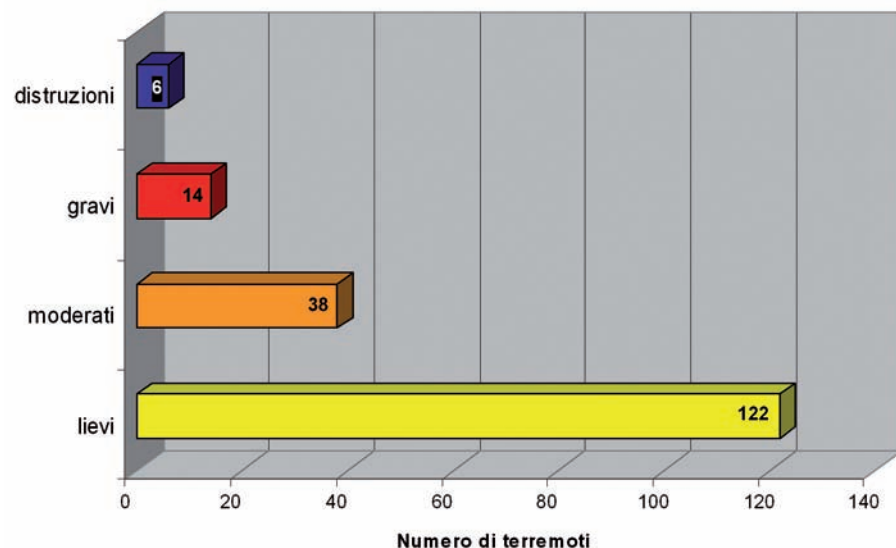


Figura 2. Frequenza, per tipologia di danno, dei terremoti superficiali etnei verificatisi dal 1832 al 2006.

I terremoti più forti ($I_0 = \text{VIII-X EMS-98}$) si verificano nel versante orientale, sfortunatamente il più densamente urbanizzato del vulcano, che è attraversato dal sistema di faglie delle Timpe (Figura 3). Si tratta di strutture tettoniche caratterizzate da meccanismi di rottura complessi e fortemente eterogenei dal punto di vista del comportamento sismotettonico. Una stessa faglia può avere infatti settori capaci di generare forti terremoti – cioè con un certo potenziale sismogenico – ed altri interessati solo da scorrimenti asismici in regime di *creep*; questi ultimi comportano comunque particolari problematiche di microzo-

nazione sismica. In alcuni casi entrambi i meccanismi possono coesistere lungo uno stesso segmento di faglia.

La Figura 3 mostra che i terremoti più energetici (magnitudo $M \geq 3.7$), insieme ad una diffusa sismicità di *background*, sono per lo più localizzati nel versante orientale dell'Etna, ed in particolare nei comuni oggetto degli studi di microzonazione sismica ex O.P.C.M. 3278/2003. Tra questi, il settore che è più frequentemente soggetto agli effetti di danno provocati dai tipici terremoti superficiali è quello compreso tra Acireale, Zafferana e Giarre. Una sintesi dei terremoti di maggior rilievo è riportata più avanti.

Meno frequenti, e generalmente di intensità moderata ($I_0 \leq VII$ EMS-98), gli eventi che interessano il fianco meridionale del vulcano. Anche in questo caso i terremoti sono localizzati lungo zone di faglia

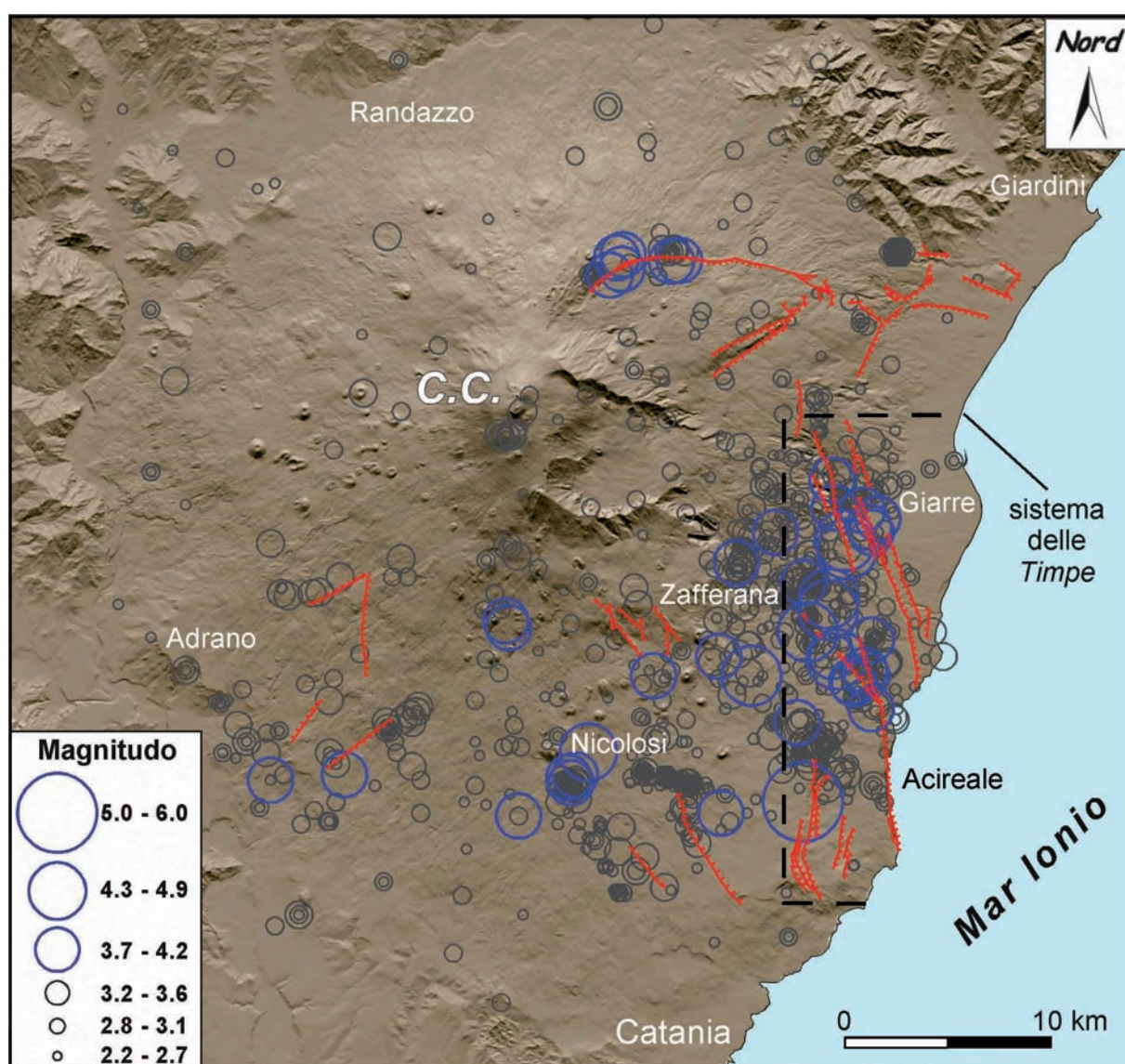


Figura 3. Distribuzione dei terremoti etnei dal 1669 al 2008 (da Azzaro et al., 2000, 2002, 2006, 2009). La grandezza del cerchio è proporzionale alla magnitudo del terremoto. In blu gli epicentri dei terremoti di magnitudo $M \geq 3.7$, corrispondente ad una intensità epicentrale $I_0 \geq VII$ EMS, in grigio gli eventi minori ($I_0 \leq VI-VII$ EMS). Le linee in rosso indicano le faglie principali (trattini sul lato ribassato).

ben definite, che si sviluppano nella zona di Nicolosi ed a sud di questa (sistema tettonico di Tremestieri - Trecastagni), ed in quella a sud di Adrano (faglia di Ragalna). Una lista delle principali strutture sismogenetiche e dei relativi terremoti associati è riportata in Tabella 1.

Faglia	Data terremoto	Area epicentrale	Intensità epicentrale	Magnitudo
<i>Ragalna</i>	1898-05-14	S. M. Licodia	VII-VIII	3,9
<i>Nicolosi (sepolta)</i>	1832-11-24	Nicolosi	VII	3,7
	1885-09-25	Nicolosi	VII	3,7
	1901-05-11	Nicolosi	VII	3,7
<i>Fiandaca (sepolta)</i>	1875-01-07	Fiandaca	VII	3,7
	1894-08-08	Mazzasette	VIII-IX	4,3
	1907-12-07	Fiandaca	VII-VIII	3,9
	1984-06-19	Fiandaca	VII	3,4*
	1984-10-25	Fleri	VIII	3,9*
<i>S. Tecla</i>	1865-08-19	S.M. Ammalati	VIII	4,1
	1914-05-08	Linera	IX-X	4,9*
	1952-03-19	Linera	VII-VIII	4,9*
	1984-10-19	Zafferana	VII	4,2*
<i>Santa Venerina (sepolta)</i>	1879-06-17	Bongiardo	VIII-IX	4,3
	2002-10-29	Bongiardo	VIII	4,4*
<i>Moscarello</i>	1855-01-26	Fondo Macchia	VII-VIII	3,9
	1865-07-19	Fondo Macchia	IX	4,5
	1909-10-21	S.G. Bosco	VII	3,7
	1911-10-15	Fondo Macchia	VIII-IX	4,5*
	1971-04-21	Fondo Macchia	VIII	3,5*
	1973-08-03	S.M. Ammalati	VII	3,9*
	1973-08-18	Guardia	VII	3,7*
	1986-02-02	S.G. Bosco	VII	3,5*
<i>S. Leonardello</i>	1881-02-12	Codavolpe	VII	3,7
	1920-09-26	Codavolpe	VII-VIII	3,9
	1950-04-08	Codavolpe	VII-VIII	3,9
	1989-01-29	Codavolpe	VII	4,1*
<i>Pemicana</i>	1985-12-25	P. Provenzana	VII	3,3*
	1986-10-29	P. Provenzana	VII	4,0*
	2002-10-27	P. Provenzana	VIII	4,2*

Tabella 1. Principali strutture sismogenetiche dell'area etnea e terremoti associati (modificato da Azzaro, 1999). Sono riportati solo i terremoti che hanno una intensità epicentrale $I_0 \geq VII$ EMS; le magnitudo ricavate da dati strumentali sono indicate con l'asterisco.

4.3 Evidenze di tettonica attiva: fagliazione cosismica e creep

I terremoti etnei, se con ipocentri poco profondi e valori di magnitudo $M \geq 3.4$, sono spesso accompagnati da vistosi effetti di fagliazione superficiale, ovvero estesi campi di fratture al suolo provocati dal movimento cosismico – cioè improvviso, veloce – della faglia. Tale fenomenologia è ben documentata per l'area etnea sin dalla metà dell'800 (Azzaro, 1999), e produce effetti permanenti sul terreno quali gradini morfologici, fenditure e depressioni, con spostamenti relativi delle parti dislocate anche significativi (in alcuni casi fino a 90 cm sulla componente verticale) e lunghezze complessive del campo di fratturazione sino a 6-7 km (Figura 4).

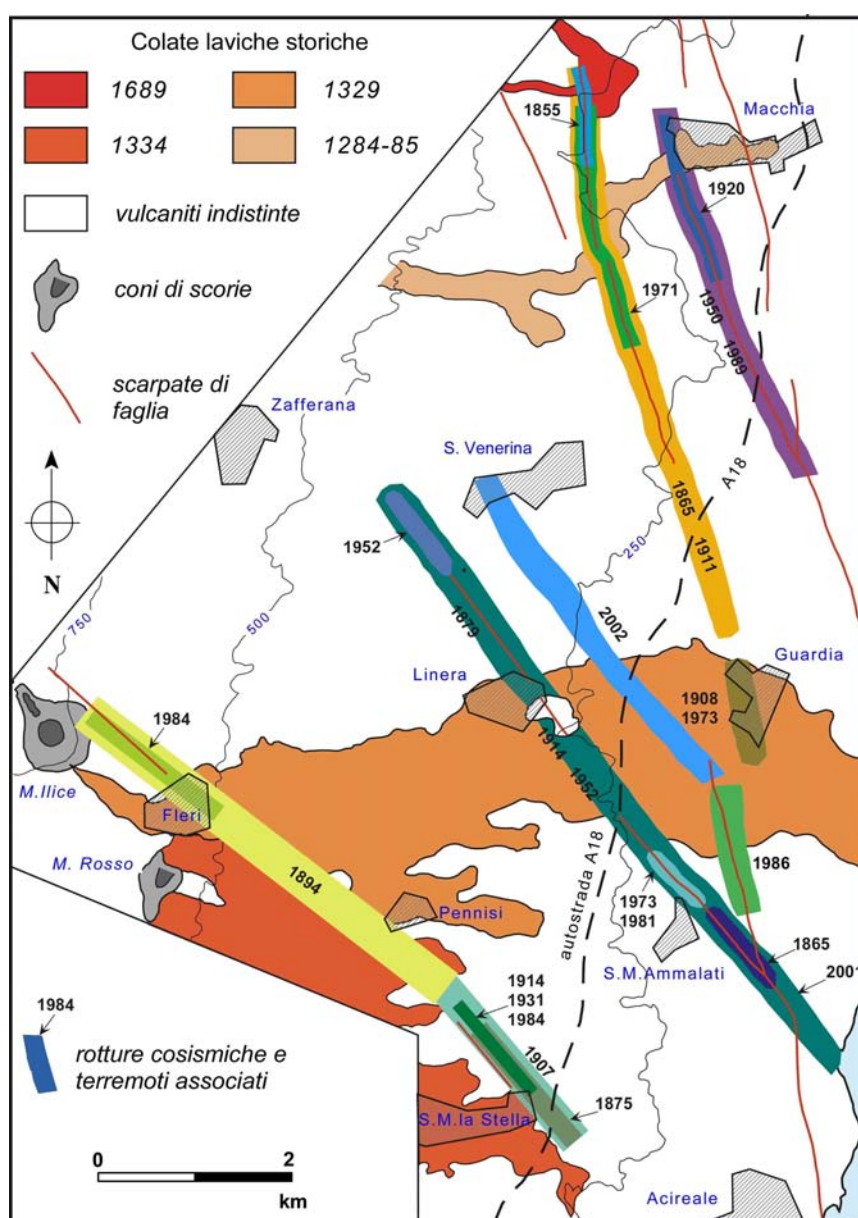


Figura 4. Dettaglio dell'area del versante orientale etneo maggiormente interessata dagli effetti di fagliazione superficiale cosismica (modificato da Azzaro, 1999).

Fenomeni analoghi si producono anche per lo scorrimento asismico, ovvero senza rilascio di energia sismica (terremoti), di alcune faglie o settori di esse. Questo tipo di attività tettonica, conosciuto in letteratura come *creep* asismico, implica un movimento lento ma continuo nel tempo (nell'ordine di mesi o anni), con tassi di spostamento variabili da 1 a 2 cm/anno (Rasà et al., 1996).

In entrambi i casi i danni indotti dagli effetti di fagliazione superficiale su un contesto fortemente antropizzato come quello etneo sono rilevanti, spesso comparabili a quelli prodotti dallo scuotimento sismico vero e proprio. Infatti edifici, strade ed altri manufatti collocati sulle linee di faglia attive vengono danneggiati sempre più fino ad essere irrimediabilmente compromessi.

L'area più soggetta a questi fenomeni è quella del basso versante orientale del vulcano (Figura 5), lungo il sistema tettonico delle Timpe (Gresta et al., 1997); le rotture interessano generalmente zone ampie 30-70 m poste alla base di scarpate di faglia, lungo cui si sviluppano per alcuni chilometri in modo anche discontinuo. In alcuni casi (zone di Fiandaca, Zafferana-Rocca d'Api, Guardia) la distribuzione in superficie delle fasce di fratturazione riflette l'andamento in sottosuolo di strutture sepolte che non hanno evidenze morfologiche (queste faglie in letteratura sono conosciute come *hidden*).

Un aspetto importante della fagliazione superficiale ai fini della microzonazione è che le fratture si formano indifferentemente sia su terreni lapidei (rocce basaltiche) che sciolti (tufi, rifusa ecc), sebbene in quest'ultimo caso esse vengano cancellate rapidamente dagli agenti meteorici e dall'attività antropica. Da questo tipo di effetti di danno non ci si può proteggere se non allontanandosi il più possibile dalla zona di faglia.

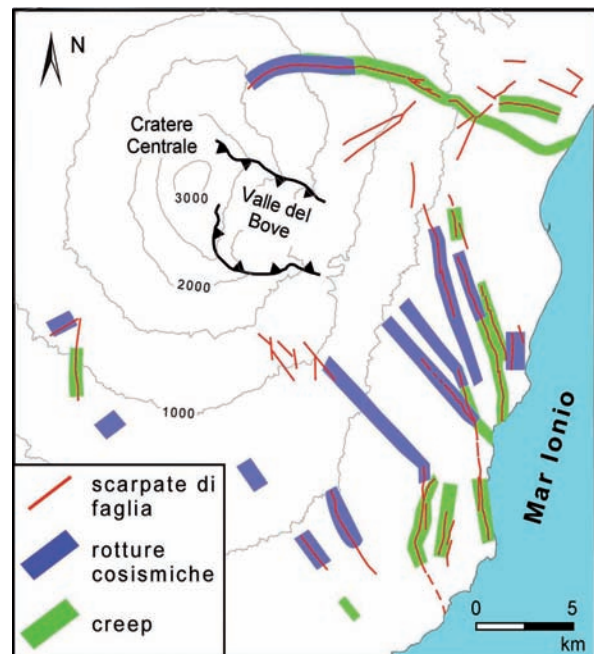


Figura 5. Distribuzione dei fenomeni di fagliazione superficiale cosismica e di creep asismico nella Regione etnea (modificato da Azzaro, 1999).

4.4 Catalogo sismico

Come sopra accennato, l'area etnea è caratterizzata da una elevata frequenza di terremoti, spesso in forma di sequenze sismiche (negli anni recenti le più significative sono quelle del 1984, 1986 e 2002), che si verificano generalmente in concomitanza dell'attività eruttiva.

Tali caratteri non sono adeguatamente tenuti in conto dal catalogo sismico nazionale (Gruppo di Lavoro CPTI, 2004) che adotta finestre spazio-temporali che eliminano tutti gli eventi avvenuti nel raggio di ± 30 km e in un intervallo di tempo di ± 90 giorni da una scossa definita "principale".

In pratica, molti terremoti etnei vengono "persi" dal catalogo CPTI. Per questa ragione è stato compilato un catalogo specifico per l'area etnea che, adottando soglie energetiche più basse, include tutte le scosse minori, offrendo così un quadro completo ed omogeneo della sismicità locale negli ultimi 170 anni (Azzaro et al., 2000a).

Il catalogo, nella versione aggiornata dal 1832 al 2008 (Azzaro et al., 2000, 2002, 2006, 2009), riporta 1790 terremoti distinti in eventi principali e repliche, dei quali 200 al di sopra della soglia del danno. Per tutti gli eventi è disponibile la base dati di intensità espressa secondo EMS-98 (Grünthal, 1998); complessivamente l'archivio macrosismico contiene 8584 osservazioni al sito. Ogni terremoto è riportato con i seguenti parametri: localizzazione ed intensità epicentrale, magnitudo macrosismica, classe di qualità del dato macrosismico e, ove possibile, struttura sismogenetica cui è associato.

Dagli anni '70 in poi sono disponibili anche i valori di magnitudo e profondità ipocentrale ricavati dalle reti strumentali. Il catalogo ed il relativo database delle osservazioni macrosismiche sono disponibili su web in formato semplificato (<http://www.ct.ingv.it/Sismologia/macro/default.htm>), mentre la versione completa, che consente interrogazioni complesse e supporta mappe interattive, è scaricabile dal sito ed installabile su PC.

È a partire da questo catalogo che è possibile analizzare in dettaglio caratteristiche e distribuzione delle sorgenti sismiche presenti sul vulcano, caratterizzare lo stile di rilascio sismico delle faglie attive che attraversano le aree urbanizzate, approfondire le relazioni tra attività sismica e processi geodinamici locali (Azzaro, 2004).

4.5 I terremoti principali

Vengono qui brevemente richiamati i terremoti che hanno distrutto o danneggiato gravemente (intensità $I_0 \geq$ VIII EMS-98) il territorio del versante orientale dell'Etna. Anche se non strettamente pertinenti agli studi di microzonazione sismica, i grandi eventi tettonici che hanno interessato la Sicilia orientale nell'ultimo millennio (Figura 1) meritano un cenno, dato che i valori di pericolosità dell'area in esame sono da essi dipendenti.

Per una descrizione completa di queste scosse si rimanda a Boschi e Guidoboni (2001).

4 FEBBRAIO 1169. Il terremoto colpì l'intera Sicilia orientale e parte della Calabria meridionale causando grandi devastazioni. Catania fu distrutta, Siracusa ed altre località della provincia ebbero danni gravissimi; anche le località del versante orientale dell'Etna ebbero probabilmente la stessa sorte, sebbene non esplicitamente riportate dalle fonti storiche.

I danni si estesero da Reggio Calabria a Piazza Armerina. Sono segnalati sconvolgimenti del suolo in un'area molto vasta; uno tsunami interessò la costa tra il fiume Simeto e Messina. Il numero delle vittime sembra essere stato circa 15.000.

9-11 GENNAIO 1693. In due riprese il terremoto colpì un territorio vastissimo della Sicilia. Gli effetti furono catastrofici in circa 40 località della Val di Noto; lo scenario di danno determinato dai due eventi sismici fu enorme, tale da rappresentare la più grande catastrofe nella storia sismica italiana.

Catania fu totalmente distrutta, così come la maggior parte delle località del versante orientale dell'Etna e degli Iblei; Siracusa, Ragusa e Caltagirone ebbero gravissimi danni.

Danni rilevanti vi furono anche nel messinese; meno gravi a Palermo, in Calabria meridionale ed a Malta. Si osservarono forti sconvolgimenti del suolo in tutta la Sicilia Sud-orientale ed effetti di maremoto lungo la costa tra Messina a Siracusa. Complessivamente le vittime del terremoto furono circa 60.000.

28 DICEMBRE 1908. Il terremoto ebbe epicentro nello Stretto di Messina, causò la distruzione totale di Reggio Calabria e devastazioni gravissime a Messina e località limitrofe. Crolli e danni molto gravi si verificarono anche nei centri peloritani e sui versanti settentrionale ed orientale dell'Etna, mentre furono più leggeri negli Iblei ed in Sicilia centrale.

Variazioni della linea di costa furono osservate nell'area dello stretto ed alte onde di maremoto si abbatterono sulla costa tra Messina e Taormina, provocando ulteriori distruzioni. Le vittime furono circa 80.000.

Per quanto riguarda la sismicità "locale", la Figura 6 riporta gli epicentri dei terremoti che hanno provocato danni gravi e/o distruzioni nel versante orientale dell'Etna, in particolare nei territori comunali interessati dagli studi di microzonazione sismica ex O.P.C.M. 3278/2003. Lungo la fascia costiera tra Acireale e Giarre sono localizzati gli eventi sismici del 1865, 1911, 1914 e 1971, che hanno provocato distruzioni di piccoli centri e borgate rurali. Il settore più interno, compreso tra Fleri, Zafferana e Santa Venerina è stata l'area sorgente dei terremoti del 1879, 1894, 1984 e 2002, che hanno interessato non solo le Frazioni ma anche le località comunali.

A più alta quota, la zona del polo turistico di Etna Nord (Linguaglossa) è soggetta anch'essa a forti scosse come nel 1985 e 2002.

Un'interpretazione differente ha il terremoto del 1818 che, come sopra accennato, rappresenta un evento "anomalo" nel contesto dei terremoti etnei. Di seguito vengono descritti solo gli eventi che hanno colpito, con intensità epicentrale $I_0 \geq VIII$ EMS-98, i comuni oggetto di studio.

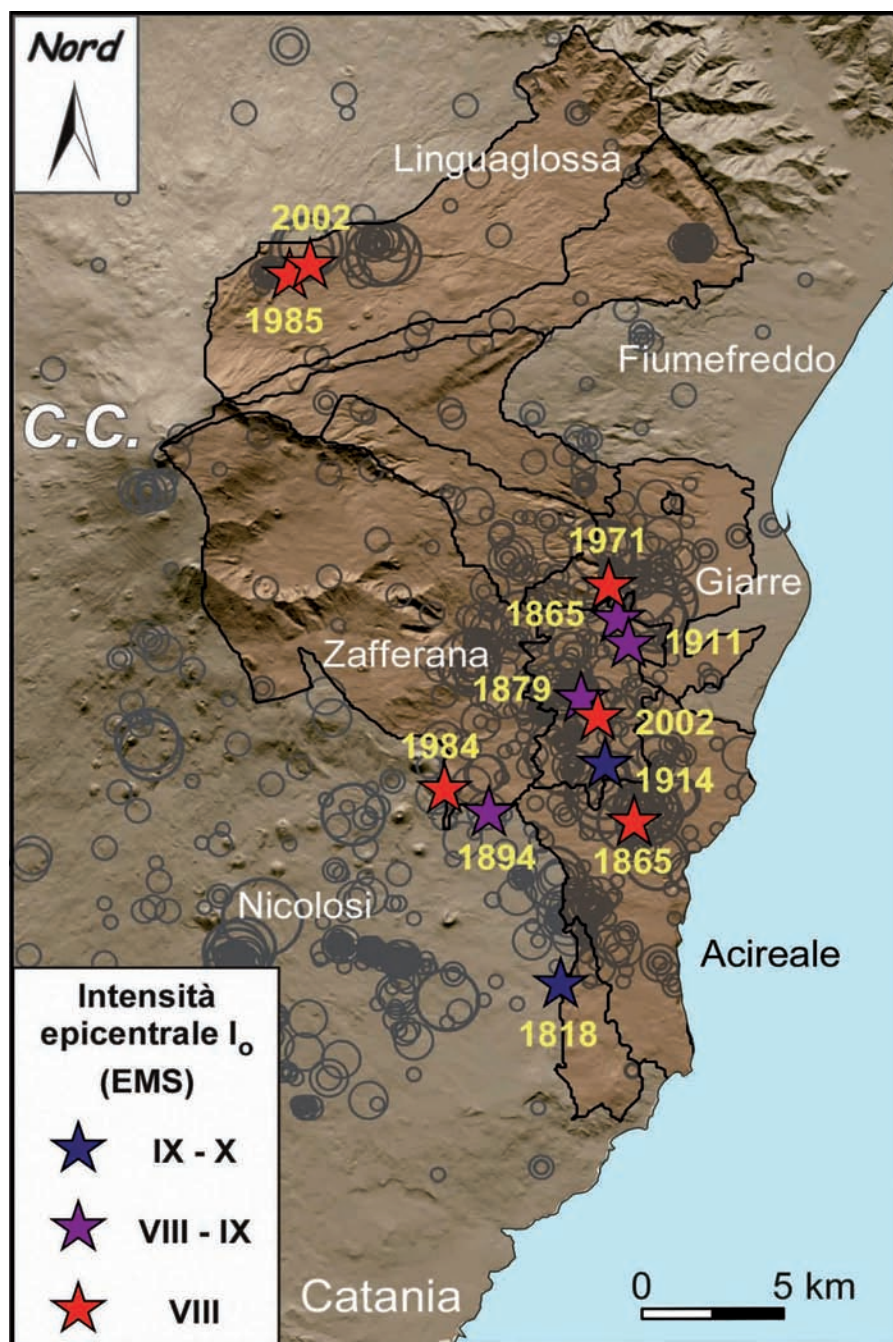


Figura 6. Terremoti con intensità epicentrale $I_o \geq VIII$ EMS, corrispondente ad una magnitudo $M \geq 4.1$, verificatisi dal 1669 al 2008 nei territori comunali interessati dagli studi di microzonazione sismica ex O.P.C.M. 3278/2003.

4.5.1 Comune di Aci Catena

20 FEBBRAIO 1818. Una violenta scossa di terremoto colpì l'intera area etnea, causando devastazioni nei piccoli centri dell'entroterra acese, quali Aci Consolazione, Aci S. Lucia, Aci Catena e Aci S. Antonio. Altri 60 paesi sul vulcano – in particolare Maletto, Trecastagni, Valverde – ebbero crolli e danneggiamenti.

menti molto gravi; danni generalizzati subì anche il settore peloritano tra Taormina e Patti. Le vittime furono circa 70. Catania subì danni principalmente agli edifici ricostruiti dopo il terremoto del 1693, con evidenti difetti costruttivi.

La scossa fu avvertita distintamente in quasi tutta la Sicilia, in Calabria meridionale ed a Malta; un modesto maremoto fu osservato lungo la costa catanese.

4.5.2 Comune di Acireale

19 AGOSTO 1865. Una forte scossa di terremoto causò crolli di molti edifici e lesioni gravi in alcune località a nord di Acireale, nel basso versante sud-orientale dell'Etna. Danni minori si ebbero anche a Mangano, S. Giovanni Bosco e S. Tecla. Il terremoto fu avvertito solo in parte del versante orientale del vulcano. I danni più gravi si ebbero a Mortari, Carico e S.M. Ammalati. Nell'area epicentrale si aprirono profonde ed estese fenditure nel terreno.

8 MAGGIO 1914. Una violenta scossa di terremoto causò la distruzione pressochè totale del paese di Linera e delle borgate limitrofe, nel basso versante orientale dell'Etna. Le vittime furono circa 70. S. Venerina, Dagala, Zafferana Etnea, Fleri e numerosi altri centri vicini ad Acireale subirono danni più o meno gravi. Il terremoto fu avvertito in tutta l'area etnea.

I danni più gravi si ebbero a Linera, Cosentini, Mortara e Passopomo. Nell'area epicentrale si aprirono profonde ed estese fenditure nel terreno.

4.5.3 Comune di Giarre

19 LUGLIO 1865 - 15 OTTOBRE 1911 - 21 APRILE 1971. Tre violenti terremoti colpirono il basso versante orientale dell'Etna, provocando la distruzione del villaggio di Fondo Macchia e crolli diffusi nel territorio limitrofo. Le vittime furono, nei primi due casi, circa 70 e 10. Danni minori si ebbero anche a Linera, Guardia, S. Leonardello, S. Venerina e S. Alfio.

Le scosse furono avvertite in tutto il versante orientale del vulcano. I danni più gravi si registrarono a Fondo Macchia e nelle contrade Fago, Baglio, Rondinella e Palombaro. Nell'area epicentrale si aprirono profonde ed estese fenditure nel terreno.

4.5.4 Comune di Linguaglossa

25 DICEMBRE 1985 - 27 OTTOBRE 2002. Due violente scosse di terremoto, concomitanti con l'inizio delle eruzioni del 1985 e 2002, causarono devastazioni nel polo turistico altomontano "Etna Nord". A Piano Provenzana si verificarono i crolli di tutte le infrastrutture turistiche, e vi fu 1 vittima nel primo caso; danni rilevanti si ebbero anche a Piano Pernicana. I terremoti furono avvertiti in quasi tutta l'area etnea. La gravità del danneggiamento nell'area epicentrale è stata determinata non solo dallo scuotimento sismico ma anche dalla rottura del terreno di fondazione per gli effetti di fagliazione superficiale.

4.5.5 *Comune di Santa Venerina*

17 GIUGNO 1879 - 29 OTTOBRE 2002. I terremoti interessarono il versante orientale dell'Etna, provocando numerosi crolli nell'abitato di Bongiardo e nelle frazioni limitrofe. Lesioni diffuse si ebbero anche a S. Venerina, S. Giovanni Bosco e S.M. Ammalati. I terremoti furono avvertiti in tutto il versante meridionale del vulcano fino a Catania. I danni più gravi si ebbero a Bongiardo, Dagala, Ardichetto, Felicetto, Scura e Guardia. Nell'area epicentrale si aprirono profonde ed estese fessure nel terreno.

4.5.6 *Comune di Zafferana Etnea*

8 AGOSTO 1894 - 25 OTTOBRE 1984. Due violenti terremoti colpirono un'area ristretta del medio versante orientale dell'Etna, causando devastazioni nelle borgate a sud di Zafferana Etnea. Le vittime, nel primo caso, furono circa 15. Danni minori si ebbero anche a Fiandaca, Linera e Passopomo. Le scosse furono avvertite in tutto il versante orientale del vulcano. I danni più gravi si ebbero a Fleri, Pisano, Scacchieri e Mazzasette. Numerosi anche i crolli di muri a secco che ostruirono la viabilità.

4.6 La storia sismica

Per storia sismica si intende l'insieme degli effetti provocati dai terremoti del passato in una certa località; graficamente, essa è rappresentata da una successione cronologica di valori di intensità macrosismica. La ricostruzione della storia sismica ha assunto negli anni recenti, di pari passo con l'avanzamento degli studi di sismologia storica, un'importanza sempre maggiore, in quanto fornisce una indicazione attendibile sulla esposizione di un sito agli effetti sismici in un intervallo di tempo significativamente lungo. Naturalmente, quanto più completa è la conoscenza della sismicità storica di una data area, tanto più attendibile sarà la storia sismica del sito di interesse. La notevole mole di dati storico-macrosismici disponibile per l'area etnea permette di ricavare storie sismiche statisticamente complete a partire dal 1649 (± 104 anni) per l'VIII grado di intensità EMS-98, e dal 1730 (± 90 anni) per il VI grado (Azzaro et al., 2008).

Nel presente lavoro, le storie sismiche dei comuni oggetto degli studi di microzonazione sismica ex O.P.C.M. 3278/2003, sono state ricavate integrando i dati del catalogo macrosismico dell'Etna (Azzaro et al., 2000, 2002, 2006, 2009) con quelli del catalogo nazionale (Gruppo di Lavoro CPTI, 2004). Le osservazioni macrosismiche relative a capoluoghi comunali, frazioni e contrade abitate sono state poi accorpate per territori comunali ed infine selezionato, per ogni singolo terremoto, il valore massimo dell'intensità macrosismica raggiunto in quel comune.

In Figura 7 sono riportate le intensità massime osservate nei comuni in esame. In blu sono evidenziati i valori dovuti ai terremoti regionali, mentre in rosso sono rappresentati i valori determinati dagli eventi etnei (sismicità locale); l'intervallo di tempo rappresentato va dal 1600 al 2008. Nel periodo precedente infatti è riportato in catalogo un solo evento che ha causato danni nel versante orientale etneo, il terre-

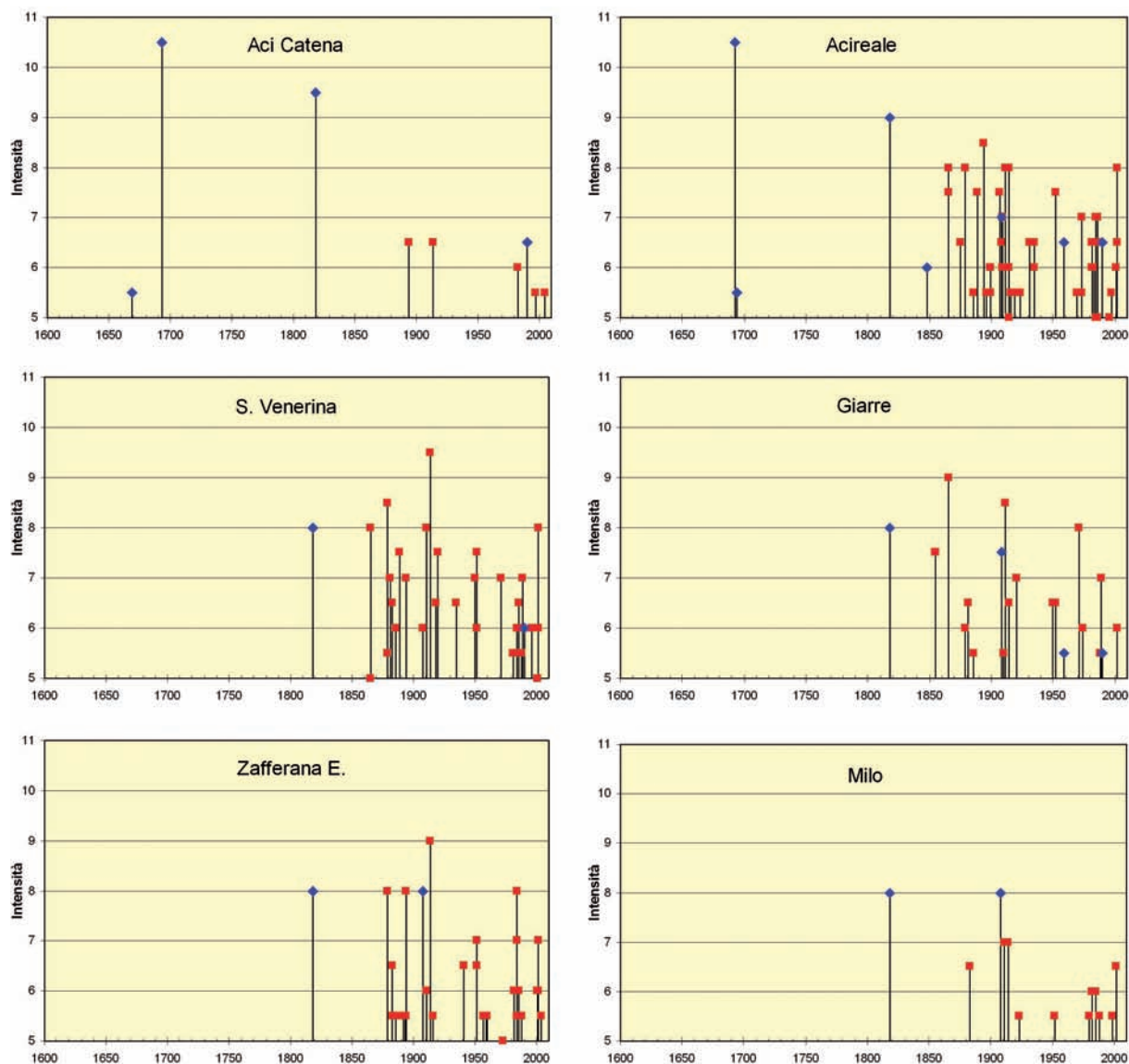


Figura 7a. Storie sismiche dei comuni interessati dagli studi di microzonazione sismica ex O.P.C.M. 3278/2003, espresse secondo la scala macrosismica EMS-98. In blu sono rappresentate le intensità prodotte dai terremoti regionali, in rosso quelle dei terremoti locali.

moto del 1169; esso è peraltro scarsamente documentato in termini di risentimenti puntuali per le località considerate.

In quasi tutti i grafici è evidente una maggior quantità di informazioni a partire dalla fine dell'800, in cui diventa predominante l'effetto dei terremoti etnei, eccezion fatta per i comuni di S. Alfio e Piedimonte in cui la scarsità di dati sembra dovuta ad una maggior "quiete" sismica rispetto ai territori circostanti piuttosto che a lacune di informazioni storiche.

Gli eventi locali (in rosso) hanno un impatto maggiore (cioè alte intensità macrosismiche) nei comuni del basso versante sud-orientale etneo quali Acireale, S. Venerina, Giarre e Zafferana, mentre valori di intensità generalmente più bassi si riscontrano ad Aci Catena e nei comuni del versante nord-orientale (in particolar modo S. Alfio e Piedimonte). Una parziale eccezione in tal senso è data da Linguaglossa,

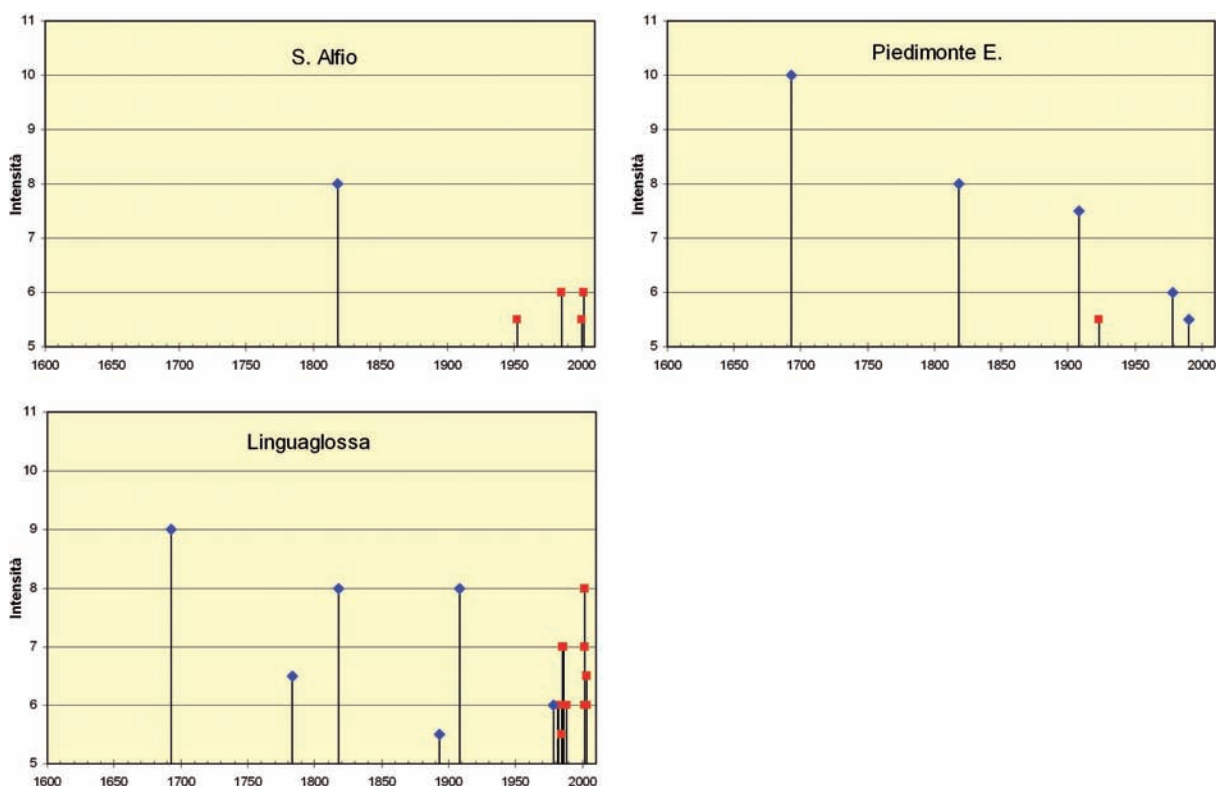


Figura 7b. Storie sismiche dei comuni interessati dagli studi di microzonazione sismica ex O.P.C.M. 3278/2003, espresse secondo la scala macrosismica EMS-98. In blu sono rappresentate le intensità prodotte dai terremoti regionali, in rosso quelle dei terremoti locali.

i cui alti valori di intensità sono relativi alla zona epicentrale di P. Provenzana-Pernicana, che rappresenta però una porzione molto limitata del territorio comunale.

Per quanto riguarda invece gli effetti legati ai terremoti regionali (in blu) l'evento del 1693, con epicentro nella Val di Noto, è quello che ha avuto il maggior impatto su tutta la zona in esame, seguito dal terremoto del 1818. Per entrambe le scosse, i valori massimi di intensità sono stati raggiunti nel settore meridionale (acese). Viceversa, il terremoto di Messina del 1908 ha provocato gli effetti maggiori nel settore settentrionale dell'area indagata (comuni di Linguaglossa, Piedimonte, Milo e Zafferana).

Riassumendo, i dati graficati in Figura 7 indicano che:

- 1) le intensità più alte, dal IX al X grado EMS-98, sono state raggiunte in occasione del terremoto regionale del 1693;
- 2) i territori comunali del basso versante sud-orientale etneo sono quelli più esposti agli effetti dei terremoti locali etnei, sia in termini di frequenza che di gravità di danni prodotti, con intensità massime fino al IX-X grado EMS-98);
- 3) al contrario, i comuni del versante nord-orientale sono generalmente soggetti a danneggiamenti poco frequenti e di entità moderata, inferiore al VII grado EMS-98).

4.7 Conclusioni

Nell'ultimo ventennio il quadro delle conoscenze sulla sismicità etnea si è notevolmente ampliato, e si dispone oggi di numerosi elementi (cataloghi sismici, carte strutturali, modelli sismotettonici) che consentono di definire in dettaglio caratteristiche e distribuzione dei terremoti, nonché le strutture tettoniche di essi responsabili. Tuttavia, è solo negli ultimi anni che si è posta particolare attenzione alle problematiche, molteplici e certamente complesse, relative alla pianificazione territoriale in prospettiva sismica, che di fatto vengono affrontate per la prima volta in modo organico con l'avvio degli studi di microzonazione sismica ex.O.P.C.M. 3278/2003.

Si auspica il proseguimento di queste attività in una seconda fase, che includa innanzitutto anche altri comuni - Riposto, Fiumefreddo, Tremestieri e Nicolosi per citare i principali - che sono interessati dalle stesse problematiche sopra esposte. In tale ambito andrebbe sviluppato l'aspetto applicativo della mappatura di dettaglio degli effetti dei terremoti sul territorio in esame che, correlati con la cartografia geologica di riferimento e le caratteristiche geo-meccaniche dei terreni affioranti, rappresenta la base dati per la definizione della microzonazione sismica.

Si auspica pertanto la compilazione di:

- mappe di intensità massima osservata, redatte sia su base puntuale (singole località abitate ed insediamenti abitativi vari), che a scala dell'intero territorio comunale;
- mappe di pericolosità sismica, espresse come l'intensità massima attesa con una probabilità di superamento del 10% in 50 anni di esposizione (eventualmente convertite in *PGA*).

Il volume contiene i risultati degli studi di microzonazione sismica di primo livello disposti ai sensi dell'OPCM n. 3278 del 04.04.2003 nell'ambito dei comuni del versante orientale dell'Etna colpiti dagli eventi sismici e vulcanici del 2002 - 2003. Il Dipartimento Regionale della Protezione Civile si è avvalso delle consulenze scientifiche dell'Università degli Studi di Catania (Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale e Dipartimento di Scienze Geologiche), dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia - Sezione di Catania e del contributo di liberi professionisti nonché di funzionari del dipartimento. Nel volume vengono approfondite tematiche inerenti gli aspetti sismologici, geologici e geotecnici finalizzati, in questa fase, alla perimetrazione delle aree di fratturazione al suolo ed alle linee guida per la ricostruzione.

Contributi di: **Raffaele Azzaro** (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia - Sezione di Catania), **Caterina F. Carrocci** (Università degli Studi di Catania, Dipartimento ASTRA), **Stefano Catalano** (Università degli Studi di Catania, Dipartimento di Scienze Geologiche), **Salvatore Grasso** (Università degli Studi di Catania, Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale), **Stefano Gresta** (Università degli Studi di Catania, Dipartimento di Scienze Geologiche), **Michele Maugeri** (Università degli Studi di Catania, Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale), **Ernesto Motta** (Università degli Studi di Catania, Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale), **Tito Sanò** (Libero Professionista), **Giovanni Spampinato** (Regione Siciliana, Dipartimento della Protezione Civile), **Antonio Torrisi** (Regione Siciliana, Dipartimento della Protezione Civile), **Giuseppe Tortorici** (Università degli Studi di Catania, Dipartimento di Scienze Geologiche).

